

明細書

プラズマディスプレイパネル

技術分野

[0001] 本発明は、プラズマディスプレイパネルに関し、特に誘電体層上を覆う保護層に関する。

背景技術

[0002] 近年、コンピュータやテレビ等に用いられているディスプレイ装置において、プラズマディスプレイパネル(以下、「PDP」という。)は、大型で薄型軽量化を実現することができるディスプレイデバイスとして注目されている。

このPDPは、ガス放電で発生した紫外線によって蛍光体を励起発光させ、画像表示するガス放電パネルである。その放電の形成手法からPDPはAC型(交流型)とDC型(直流型)に分類することができ、その中でも特にAC型は、輝度、発光効率及び寿命の点でDC型より優れ、現在のPDPの主流となっている。

[0003] このAC型PDPの一般的な構成については、例えば後述の特許文献1に開示されている。

より具体的には、AC型PDPは、前面板と背面板とを対向させてその外周を封着ガラスによって封着された構成を有する。

上記前面板は、前面ガラス基板の表面上にストライプ状の表示電極が形成され、さらに、その上に誘電体層が形成されてなる。

[0004] また、上記背面板は、背面ガラス基板の表面上にストライプ状のアドレス電極が形成され、その上に誘電体層が形成され、さらに、その上に保護層が形成されており、また隣り合うアドレス電極同士の間に隔壁が形成され、形成された隣り合う隔壁間に蛍光体層が形成されてなる。

上記背面板と上記前面板とが、双方の電極が直交するように対向配置され、背面板または前面板の外縁が封着されており、内部に形成される密閉空間に放電ガスが充填されている。

[0005] なお、上記表示電極は2本で1対を構成しており、その一方をX電極、他方をY電

極という。

上記一対の表示電極と1本のアドレス電極とが、放電空間を挟んで立体的に交差する領域が画像表示に寄与するセルとなる。

ここで、前面側のパネルガラスの誘電体層を覆う保護層は、誘電体層を放電時のイオン衝撃から保護するために形成され、且つ放電空間に接した陰極電極としても機能するので、その膜質が放電特性に大きな影響を与えることが知られている。

[0006] 上記ガス放電の際、まず保護層から電子が放出され、これをきっかけにガス放電が開始される。

上記文献においても、保護層の材料として通常用いられるMgOは、スパッタ耐性が高いため、保護層として適していること、及び二次電子放出係数の大きな材料であるため、これを用いることにより放電開始電圧Vfが低減されることが示されている。

[0007] MgOからなる保護層は通常、真空蒸着法により $0.5 \mu m$ ～ $1 \mu m$ 程度の膜厚に成膜されている。

ところで、近年、現在のテレビより走査線の数を増やして画質を向上させた、いわゆるHDTV(High definition television)とよばれる高品位テレビが普及しつつある。

現在、日本や北米で普及しているNTSC方式の走査線が525本であるのに対し、この高品位テレビでは、走査線が1125本または1250本となっている。

[0008] PDPにおいても、上述のような高精細な画像表示を実現するために、より高輝度で高効率なものの登場が期待されている。

このようにPDPの高輝度化及び高効率化を図る方法として、例えば、以下に示す非特許文献1においては、放電ガスのXe分圧を増加させることが、高輝度化及び高効率化を実現する最も有効な手段であることが示されている。

[0009] その理由は、放電ガスのXe分圧を増加させると、Xeの励起状態が基底状態に緩和する時に放出する紫外線の量をより多く獲得できるからである。

特許文献1:特開平9-92133号公報

非特許文献1:SID '03 Digest P. 28 High Efficacy PDP

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0010] しかしながら、放電ガスのXe分圧を増加させると、結果的に、MgOからの2次電子の放出に大きく寄与しているNeイオンが減少するため、2次電子の放出量が減少し、放電開始電圧Vfが高くなる。

この放電開始電圧Vfの上昇により、駆動回路集積回路にはさらなる高耐圧トランジスタが必要となるため、プラズマディスプレイのコストが上昇するという問題が生じる。

[0011] 本発明は上記問題に鑑みてなされたものであって、その目的は、放電ガス中のNe分圧が減少した場合においても放電開始電圧Vfを大きく上昇させない保護層を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0012] 上記目的を達成するために、本発明に係るPDPは、放電セルにおいて、電極を覆っている誘電体層が保護層で覆われており、当該保護層が放電ガスで満たされた放電空間に臨んでいるPDPであって、前記放電ガスは、Xe及びKrの少なくとも一方を含み、前記保護層は、エネルギー帯における禁制帯内に少なくとも真空準位からの深さが4eV以内のエネルギーレベルの電子を含む電子準位帯が形成されていることを特徴とする。

発明の効果

[0013] 本発明に係るPDPは、放電セルにおいて、電極を覆っている誘電体層が保護層で覆われており、当該保護層が放電ガスで満たされた放電空間に臨んでいるプラズマディスプレイパネルであって、前記放電ガスは、Xe及びKrの少なくとも一方を含み、前記保護層は、エネルギー帯における禁制帯内に少なくとも真空準位からの深さが4eV以内のエネルギーレベルの電子を含む電子準位帯が形成されていることを特徴とする。

[0014] 従来のプラズマディスプレイパネルの保護層は、スパッタ耐性の高い酸化マグネシウムで構成されていることが通例であるが、通常、酸化マグネシウムの禁制帯内には電子が存在可能な領域はなく、2次電子の放出に寄与する電子は、価電子帯に存在する電子となっている。

本発明に係るPDPの前記保護層には、禁制帯内に少なくとも真空準位からの深さが4eV以内のエネルギーレベルの電子を含む電子準位帯が形成されているので、2

次電子がより放出され易い。

[0015] その理由は、価電子帯よりも真空準位からのエネルギー深さが浅いエネルギーレベルに位置する電子準位帯に存在している電子の方が、価電子帯に存在する電子よりも2次電子を放出する際に要するエネルギー量が4eV程度となり、従来の8.8eVよりも小さくてすむためである。

さらに、放電ガスが、Xe及びKrの少なくとも一方を含んでいることにより、2次電子を放出する際に要するエネルギーを獲得し易く、2次電子がより放出され易い。

[0016] その理由は、Xeの準安定状態が真空準位からの深さが4eVのエネルギーレベルであるため、上記電子準位帯に存在する電子が、Xeの準安定状態に遷移し易く、また、Xeの基底状態が真空準位からの深さが12.1eVのエネルギーレベルであるため、上記電子がXeの準安定状態からXeの基底状態に遷移することによって、8.1eV程度のエネルギーが放出されるためである。

[0017] また、Krの準安定状態も真空準位からの深さが4eVのエネルギーレベルであるため、上記電子準位帯に存在する電子が、Krの準安定状態に遷移し易く、また、Krの基底状態が真空準位からの深さが14eVのエネルギーレベルであるため、上記電子がKrの準安定状態からKrの基底状態に遷移することによって、10eV程度のエネルギーが放出されるためである。

[0018] 従来のPDPにおいては、放電ガスとして、NeとXe又はNeとXeとKrなどの混合ガスが用いられており、このうちNeが、上述の2次電子放出に大きく寄与する。

したがって、Neの分圧の減少とともに、2次電子の放出量は低下する。

しかしながら、本発明のMgOでは、Neの分圧が減少する場合であっても、減少した当該Neの代わりに充填されるXe又はKrが、2次電子の放出に寄与することができるので、放電開始電圧Vfを大きく上昇させない保護層が提供される。

[0019] また、前記保護層は、光を介して得られる4eV以下のエネルギーによって光電子放出を生じるものであるとすることができる。

これにより、光を介して2次電子の放出に要するエネルギーを電子に供給することができる。

この場合の光とは、通常の光だけに留まらず、X線をも含む広い範囲のものを言う。

[0020] また、前記保護層が、酸化マグネシウムを主成分としたものからなるとすることもできる。

酸化マグネシウムは、従来のプラズマディスプレイパネルの保護層として用いられている実績のある材料であり、入手性もよく実用化に適している。

また、前記酸化マグネシウムにIII族、IV族、VII族元素のうちの少なくとも1元素が添加されていることが好ましい。

[0021] これにより、酸化マグネシウム結晶内に生じた格子欠陥に電子が存在し易くなり、上記電子準位帯が禁制帯内に形成され易い。

また、前記酸化マグネシウムにGeもしくはSnが添加されているとすることができる。

これにより、酸化マグネシウム結晶内に生じた格子欠陥に電子が存在し易くなり、上記電子準位帯が禁制帯内に形成され易い。

[0022] また、前記酸化マグネシウムが酸素欠損を有するとしてもよい。

上記酸素欠損が生じることにより、上記電子準位帯が禁制帯内に形成され易い。

また、上記目的を達成するために、本発明に係るPDPは、放電セルにおいて、電極を覆っている誘電体層が保護層で覆われており、当該保護層が放電ガスで満たされた放電空間に臨んでいるプラズマディスプレイパネルであって、前記放電ガスは、少なくともKrを含み、前記保護層は、エネルギー-bandにおける禁制帯内に少なくとも真空準位からの深さが5eV以内のエネルギー-levelの電子を含む電子準位帯が形成されていることを特徴とする。

[0023] 前記保護層には、禁制帯内に少なくとも真空準位からの深さが5eV以内のエネルギー-levelの電子を含む電子準位帯が形成されているので、2次電子がより放出され易い。

その理由は、価電子帯よりも真空準位からのエネルギー深さが浅いエネルギー-levelに位置する電子準位帯に存在している電子の方が、価電子帯に存在する電子よりも2次電子を放出する際に要するエネルギー量が5eV程度となり、従来の8.8eVよりも小さくてすむためである。

[0024] さらに、放電ガスが、少なくともKrを含んでいることにより、2次電子を放出する際に要するエネルギーを獲得し易く、2次電子がより放出され易い。

その理由は、Krの基底状態が真空準位からの深さが14eVのエネルギーレベルであるため、電子準位帯の電子が、Krの基底状態に遷移することによって、9eV程度のエネルギーが放出されるためである。

[0025] 従来のPDPにおいては、放電ガスとして、NeとKr、NeとXeとKrなどの混合ガスが用いられる場合があり、上述したように、このうちのNeが2次電子放出に大きく寄与する。

つまり、Neの分圧が減少する場合であっても、減少した当該Neの代わりに充填されるKrが、2次電子の放出に寄与することができるので、放電開始電圧Vfを大きく上昇させない保護層が提供される。

[0026] また、前記保護層は、光のエネルギーとして5eV以下の光で光電子放出を生じるものであるとすることもできる。

これにより、光を介して2次電子の放出に要するエネルギーを電子に供給することができる。

また、前記保護層が、酸化マグネシウムを主成分としたものからなることが好ましい。

[0027] 酸化マグネシウムは、従来のプラズマディスプレイパネルの保護層として用いられている実績のある材料であり、入手性もよく実用化に適している。

また、前記酸化マグネシウムにIII族、IV族、VII族元素のうちの少なくとも1元素が添加されていることが好ましい。

これにより、酸化マグネシウム結晶内に生じた格子欠陥に電子が存在し易くなり、上記電子準位帯が禁制帯内に形成され易い。

[0028] また、前記酸化マグネシウムにGeもしくはSnが添加されていることがより好ましい。

これにより、酸化マグネシウム結晶内に生じた格子欠陥に電子が存在し易くなり、上記電子準位帯が禁制帯内に形成され易い。

また、前記酸化マグネシウムが酸素欠損を有するとしてもよい。

[0029] 上記酸素欠損が生じることにより、上記電子準位帯が禁制帯内に形成され易い。

発明の実施するための最良の形態

[0030] 以下では、本発明に係るPDPについて、図面を参照しながら説明する。

(実施の形態1)

図1は、本発明の実施の形態1におけるPDPの一例を示した概略展開図である。

PDP100は、互いに正面を対向させて配設された前面板90および背面板91から構成される。

[0031] 前面板90は、前面ガラス基板101と、表示電極102と、誘電体層106と、保護層107とからなる。

前面ガラス基板101は、前面板90のベースとなる材料で、その表面に表示電極102が形成されている。この表示電極102は、透明電極103と、黒色電極膜104と、バス電極105とからなる。

[0032] 黒色電極膜104は、主成分の酸化ルテニウムが黒色を呈することで、ガラス裏面側から見た場合の外光の反射を防止する役割を果たす。

また、バス電極105は、高い導電性を有する銀を主成分とするため、全体の抵抗値を下げる役割を果たす。

バス電極105は、長手方向の一端に、駆動回路に接続するためのインターフェースとして、電極の幅が局部的に拡大された矩形状の端子部108を有する。

[0033] 表示電極102及び前面ガラス基板101は、さらに、誘電体層106及び保護層107で覆われている。この保護層107は、酸化マグネシウム(MgO)からなる。

保護層107は、厚さ0.5 μ m以上、1.5 μ m以下のMgO薄膜であり、エネルギーバンドにおける伝導帯と価電子帯とに挟まれる禁制帯内に、少なくとも真空準位からの深さが4eV以内のエネルギーレベルの電子を含む電子準位帯が形成されている。

[0034] より具体的には、電子準位帯の上限レベルの位置が、真空準位を基準として3.0eV以上4.0eV以下の深さの範囲にあり、電子準位帯の下限レベルの位置が、真空準位を基準として4.0eV以上5.0eV以下の深さの範囲にある。

背面板91は、背面ガラス基板111と、アドレス電極112と、誘電体層113と、隔壁114と、隣接する隔壁114どうしの間隙(以下、「隔壁溝」という。)の壁面に形成された蛍光体層115とからなる。

[0035] 前面板90及び背面板91は、図1に示すように、重ねられた状態で封着され、内部に放電空間116が形成される。

なお、本図では、背面板91のy軸方向の端部が開放されているかのように描かれて

いるが、これは構造を説明し易いように便宜的に示したものであって、実際には、外周縁部は封着ガラスで接着され、封止されている。

[0036] 放電空間116には、放電ガスとしてネオン(Ne)とキセノン(Xe)の混合ガスがおよそ66.7kPa(500Torr)程度の圧力で充填されている。

ここで、Xe分圧は、20%程度となっており、通常のPDPで充填される放電ガス中のXe分圧は、7~10%程度であり、これよりも高い値に設定されている。

隣り合う一対の表示電極102と1本のアドレス電極112とが、放電空間116を挟んで交叉する領域が画像表示に寄与するセルとなる。

[0037] 上述のように、1つのセルを横切る表示電極は2つあり、その一方をX電極、他方をY電極と呼び、これら電極が交互に並んでいる。

このプラズマディスプレイ表示装置100において、点灯させようとするセルを横切るX電極とアドレス電極112間に電圧が印加されてアドレス放電がなされた後に、前記セルを横切るX電極及びY電極にパルス電圧が印加されることにより維持放電がなされる。

[0038] 放電空間116では、この維持放電により紫外線が発生し、発生した紫外線が蛍光体層115に当たることにより、この紫外線が可視光に変換され、セルが点灯し、画像が表示される。

上記誘電体層106は、AC型プラズマディスプレイ特有の電流制限機能を有しており、DC型に比べて長寿命を可能にする要因となっている。

[0039] 上記隔壁114は、隣接する放電セル間を仕切り、x方向での誤放電や光学的クロストークを防ぐ役割をしている。

(保護層の詳細について)

図2は、本実施の形態1におけるPDP100の保護層107及び放電空間116に封入するガス間におけるエネルギーのやり取りに伴う電子の状態遷移経路について説明する図である。

[0040] 以下、便宜上、エネルギー・バンドにおいて、真空準位のエネルギー・レベルと或る状態におけるエネルギー・レベルとの差を、エネルギー深さということにする。

発明者らは、Xeの準安定状態のエネルギー深さが約4eVであることに注目し、鋭意

検討の末に、MgO膜のエネルギー-bandにおける伝導帯と価電子帯とに挟まれた禁制帯において、エネルギー深さが4eVとなる位置を基準のエネルギー-レベル(以下、「第1基準レベル」という。)として、この第1基準レベルよりも真空準位側にあって、かつ、当該第1基準レベルのその近傍に、電子が占有可能な領域、即ち、電子準位帯223を設定すれば、Xeイオンを2次電子放出に貢献させることができることを見出した。

[0041] これにより、放電空間内で生じたXeイオンがMgO表面に相互作用が可能なところまで接近すると、以下の2つの状態遷移によって、2次電子を放出する。

1) 1つめの状態遷移経路は、電子準位帯223に存在するMgO側の電子が、エネルギー深さ4.0eVのXeの準安定状態に遷移した(図2の201a)後、この準安定状態に遷移した電子がエネルギー深さ12.1eVの基底状態に遷移する(図2の202a)ことによって、MgOの電子準位帯223に存在する電子がオージェ効果で約8.1eVのエネルギーを得て、真空準位までの約4eVのエネルギー-ギャップを飛び越えて2次電子を放電空間に放出する(図2の203a)ものである。

[0042] 2)もう1つの状態遷移経路は、MgOの電子準位帯223に存在する電子がXeの準安定状態に遷移した(図2の201a)後、MgOの電子準位帯223に存在する電子が基底状態に遷移する(図2の201b)ことによって、Xe準安定状態の別の電子がオージェ効果で約8.1eVのエネルギーを得て、真空準位までの約4eVのエネルギー-ギャップを飛び越えて2次電子を放電空間に放出する(図2の203b)ものである。

[0043] 通常、放電ガス中には、XeだけでなくNeも含まれるので、従来同様にNeとMgOとの相互作用によっても2次電子が放出される。

これに対し、従来のプラズマディスプレイ、即ち、保護層を構成するMgOに電子準位帯223が設定されていないものでは、図3に示すように、放電空間からMgOと相互作用できる距離にまでXeイオンが接近した場合、エネルギー深さ8.8eV以上の価電子帯224に存在する電子が、エネルギー深さ12.1eVのXeの基底状態に遷移しても(図3の271)、遷移の前後におけるエネルギー深さが3.3eV程度と小さいので、価電子帯224に存在する他の電子に与えられるエネルギーは、価電子帯と真空準位間の約8.8eVのバンドギャップを飛び越える量に満たなく、MgO内でエネルギーを消費

するに留まる(図3の272)。つまり、2次電子は放出されない。

[0044] 一方、放電空間からMgOと相互作用できる距離にまでNeイオンが接近した場合には、価電子帯224に存在する電子が、エネルギー深さ21.6eVのNeの基底状態に遷移した場合(図3の281)、MgOの価電子帯224に存在する電子がオージェ効果で約12.8eVのエネルギーを得て、真空準位までの約8.8eVのエネルギーアップを飛び越えて2次電子を放電空間に放出することができる(図3の282)。

[0045] 従来のPDPでは、2次電子の放出をNeだけに頼っており、Xe分圧を高めてNe分圧を低下させると、これに伴い2次電子の放出量も低下することになる。

以上のように、本実施の形態1におけるPDPでは、保護層を構成するMgO膜に電子準位帯223を設けることにより、従来、保護層107におけるMgO膜との間で、2次電子放出に寄与できなかつたXeイオンを2次電子放出の放出に寄与させることができる。

(確認試験)

図4は、MgO膜からなる保護層107に光照射した際に、保護層107から放出される電子の量を測定した結果である。

[0046] 従来の保護層の測定結果を図4中の301に示し、本実施の形態1における保護層107の測定結果を図4中の302に示す。

この図から明らかなように、4eV以上の光照射によって本実施の形態1の保護層107は、充分な電子放出が観測されているが、従来の保護層では4eV未満の光照射による電子放出がほとんど観測されない。

[0047] このことは、図2に示したように、保護層107のMgO膜には真空準位から4eV分下がったエネルギー位置に電子が存在していること、図3に示したように、従来の保護層のMgO膜には真空準位から4eV分下がったエネルギー位置に電子が充分に存在していないことと対応している。

図5は、PDPの放電セル放電開始電圧Vfと放電ガス中の或る1成分の分圧との関係を示す図である。

[0048] より具体的には、図5の351は、従来のMgO膜なる保護層を用いた場合の結果であり、図5の352は、本実施の形態1の保護層107をPDPに適用した場合の結果で

ある。

本図が示すように、Xe分圧が高い領域において、従来の保護層と本実施の形態1における保護層107との差が顕著となることがわかった。

[0049] つまり、本実施の形態1の保護層107を適用したPDPでは、Xe分圧を50%にした場合でも、放電開始電圧Vfは300Vを越えていないのに対し、従来のPDPでは、放電開始電圧Vfが400Vを超えている。

以上のように、Ne及びXeの混合ガスを放電ガスとする場合について述べたが、これら2種のガスの組み合わせ以外の組み合わせで放電ガスを構成し、本実施の形態1におけるMgO膜からなる保護層と合わせてPDPに適用しても有効な場合がある。

[0050] 例えば、紫外線照射をKrやKrエキシマの励起状態の緩和から得る場合においても、Krの準安定状態のエネルギー準位が真空準位の下、4eVを少し越えた程度のところに存在していることもわかっているので、放電ガスとしてKrを含む系においても有効である。

より具体的には、放電空間に存在する主たるガスがNeとXe、NeとKr、KrとXe、NeとXeとKrの組み合わせのいずれか、もしくはKrのみ、Xeのみ、のいずれかの組み合わせと本実施の形態1のMgO膜からなる保護層107との組み合わせにより放電開始電圧Vfを低下させることができる。

[0051] また、PDPでは、MgOからなる保護層が放電により侵食されることが知られているが、従来のようにNe及びXeの混合ガスを放電ガスとするのではなく、Neの代わり一部Krに置き換えたNeとXeとKrの混合ガスからなる放電ガスは、侵食の度合いが緩和される点で利点もある。

上述のようにNeの一部をKrに置換することによって、保護層の侵食が緩和される理由は、質量を比べた場合、NeよりもKrの方が大きいため、強度の電界で加速された場合、KrイオンはNeイオンよりも加速しにくく、MgO表面に衝突する速度が緩和されるためである。

(保護層を構成するMgOに電子準位帯を設定する方法)

保護層107を構成するMgO膜の成膜は、電子ビーム蒸着やスパッタ蒸着で形成され、その具体的方法の一例を以下に示す。

[0052] なお、後述するいずれの蒸着においても焼結MgOもしくは粉末MgOを用いる。基板温度は、200～300°C程度である。外的な不純物、たとえばGeやSnなどは適量MgOの焼結体や粉末中にそれぞれの酸化物の状態で混合しておき蒸着源、スパッタターゲットとすればよい。蒸着の際には、蒸着中の導入酸素量などを適当に調節して、ネイティブな欠陥、特に酸素欠陥を制御することが望ましい。

[0053] 図6は、電子ビームの照射により試料から発生するカソードルミネッセンスを利用し、微小領域での物性評価、欠陥・不純物などの評価を行うカソードルミネッセンス評価の結果を示す図である。従来のMgOは、その組成が化学量論比と略同一であり、カソードルミネッセンス評価では、図6の401に示されるように、3.5eV程度のエネルギー位置に発光ピークがある。

[0054] 本実施の形態1の保護層を形成するMgOに、上述した電子準位帯を設定する方法として、以下に一例を示す。

1) MgO成膜時の酸素導入量や残留ガス成分の調節により、酸化還元の度合いを化学量論比よりわずかに還元側に設定することにより、図6の402に示されるようなカソードルミネッセンスの発光波長が3eV程度のエネルギー位置に発光ピークが得られる。

[0055] 以上のような発光ピークが得られるMgO膜の成膜生成条件をあらかじめ求め、再現可能とした上で、さらに後述する2つの方法のいずれか、もしくは両方を実施することにMgOに電子準位帯を設定することができる。

2)-1 MgO膜に外的不純物を適量添加する。

ここで、上記外的不純物とは、III族、IV族、VII族元素のうちの少なくとも1元素である。

[0056] より具体的には、Al、C、Si、Ge、Sn、Cl、Fなどが有効であることが実験により得られているが、特に、C、Si、Ge、SnなどのIV族が好適であり、イオン半径がマグネシウムに比べて大きいGeやSnがさらに好適である。GeやSnは、MgOに比べ原子半径が大きいので多量に添加すると酸化マグネシウム薄膜の結晶性に悪影響を与える

ので0.01%以下にすることが望ましい。

[0057] 上述のように、不純物をMgO膜に導入した場合であっても、上述したカソードルミネッセンス評価では、発光ピークはほとんど移動しない。

2)–2 MgO膜に酸素欠損を形成する。

これにより、MgOの禁制帯の中間位置にエネルギー準位が形成され、つまり、フェルミレベルが全体的に引き上げられて、電子をその準位に存在させることができる。

[0058] また、保護層を構成するMgOに電子準位帯を設定する方法は、上述した方法に限るものではない。

例えば、MgO膜の成膜プロセスによっても、上記のようなMgO膜内に真空準位から4eV下がったエネルギー位置に電子が存在しているものを作製できる場合がある。

また、本実施の形態1では、保護層の構成材料として、MgOを挙げたが、これに限るわけではなく、真空準位から4eV下がったエネルギー位置に電子が存在している透明で絶縁性のある保護層であれば、MgO以外の材料でもよい。

[0059] (実施の形態2)

以下、本発明の実施の形態2におけるPDPの保護層及び放電ガスについて説明する。

実施の形態2におけるPDPは、実施の形態1におけるPDPと同様に、放電ガス中のNeの分圧が低下した場合であっても、保護層からの2次電子放出量が低下し難いという特性を有しており、構成的には、保護層における電子準位帯の設定位置と放電ガスの組成のみが実施の形態1とは異なる。

[0060] 以下、実施の形態1との相違点である保護層と放電ガスについて詳細について説明し、その他の部材については説明を省略する。

放電空間に充填される放電ガスは、Krを含む混合ガスからなる。

より具体的には、放電ガスは、NeとKr、KrとXe、NeとXeとKr、の組み合わせのいずれか、もしくはKrのみのを用いるが、より好ましくは、現行の蛍光体の紫外線吸収波長帯全域に合わせ、当該紫外線吸収波長帯全域をできるだけ網羅するような紫外線を発生せしめることを目的として、NeとXeとKrの混合ガスとすることが望ましい。

[0061] 保護層は、厚さ0.5μm以上、1.5μm以下のMgO膜からなり、エネルギーバンド

における伝導帯と価電子帯とに挟まれる禁制帯内に、少なくとも真空準位からの深さが5eV以内のエネルギーレベルの電子を含む電子準位帯が形成されている。

より具体的には、電子準位帯の上限レベルの位置が、真空準位を基準として4.0eV以上5.0eV以下の深さの範囲にあり、電子準位帯の下限レベルの位置が、真真空準位を基準として5.0eV以上6.0eV以下の深さの範囲にある。

(保護層の詳細について)

図7は、本実施の形態2におけるPDPの保護層及び放電空間116に封入するガス間におけるエネルギーのやり取りに伴う電子の状態遷移経路について説明する図である。

[0062] 発明者らは、Krの基底状態のエネルギー深さが約14eVであることに注目し、鋭意検討の末に、MgO膜のエネルギーバンドにおける伝導帯と価電子帯とに挟まれた禁制帶において、エネルギー深さが5eVとなる位置を基準のエネルギーレベル(以下、「第2基準レベル」という。)として、この第2基準レベルよりも真空準位側にあって、かつ、当該第2基準レベルのその近傍に、電子が占有可能な領域、即ち、電子準位帯323を設定すれば、Krイオンを2次電子放出に貢献させることができることを見出した。

[0063] この場合、主にXeに頼っていた紫外線照射を、KrやKrエキシマの励起状態の緩和から得ることができた。

これにより、放電空間内で生じたKrイオンがMgO表面に相互作用が可能なところまで接近すると、以下の2つの状態遷移によって、2次電子を放出する。

1) 1つめの状態遷移経路は、電子準位帯323に存在するMgO側の電子が、エネルギー深さ14eVのKrの基底状態に遷移する(図7の301)ことによって、MgOの電子準位帯323に存在する電子がオージェ効果で約9eVのエネルギーを得て、真空準位までの約5eVのエネルギーギヤップを飛び越えて2次電子を放電空間に放出する(図7の302a)ものである。

[0064] 2) もう1つの状態遷移経路は、MgOの電子準位帯323に存在する電子がKrの基底状態に遷移する(図7の301)ことによって、MgO側の価電子帯224に存在する電子がオージェ効果で約9eVのエネルギーを得て、真空準位までの約8.8eVのエネル

ギーギャップを飛び越えて2次電子を放電空間に放出する(図7の302b)ものである。

これに対し、従来のプラズマディスプレイ、即ち、保護層を構成するMgOに電子準位帯323が設定されていないものでは、放電空間からMgOと相互作用できる距離にまでKrイオンが接近した場合、エネルギー深さ8.8eV以上の価電子帯224に存在する電子が、エネルギー深さ14eVのKrの基底状態に遷移しても、遷移の前後におけるエネルギー深さが5. 2eV程度と小さいので、価電子帯224に存在する他の電子に与えられるエネルギーは、価電子帯と真空準位間の約8.8eVのバンドギャップを飛び越える量に満たなく、MgO内でエネルギーを消費するに留まる。つまり、2次電子は放出されない。

[0065] 以上のように、本実施の形態2におけるPDPでは、保護層を構成するMgO膜に電子準位帯323を設けることにより、従来ほとんどMgO膜からの2次電子放出に寄与できなかつたKrイオンを2次電子放出の放出に寄与させることができる。

(確認試験)

再び図4に戻り、説明する。

[0066] 図4は、上述したようにMgO膜に光照射した際にMgO膜から放出される電子の量を測定した結果である。

従来の保護層の測定結果は、図4中の301に示し、本実施の形態2における保護層の測定結果は、図4中の303に示している。

この図から明らかなように、5eV以上の光照射によって本実施の形態2の保護層は、充分な電子放出が観測されているが、従来の保護層では5eV未満の光照射による電子放出がほとんど観測されない。

[0067] このことは、図7に示したように、保護層のMgO膜には真空準位から5eV分下がつたエネルギー位置に電子が存在していること、図3に示したように、従来の保護層のMgO膜には真空準位から5eV分下がつたエネルギー位置に電子が充分に存在していないことと対応している。

図5は、PDPの放電セル放電開始電圧Vfと放電ガス中の或る1成分ガスの分圧との関係を示す図である。

[0068] 図5の351は、上述したように、Ne—Xe系放電ガスにおいて、従来のMgO膜を用いた場合の結果であり、図5の353は、Ne—Kr系放電ガスにおいて本実施の形態2のMgO膜からなる保護層をPDPに適用した場合の結果である。

本図が示すように、Kr分圧が高い領域において、従来の保護層と本実施の形態1における保護層との差が顕著となることがわかった。

[0069] つまり、本実施の形態2の保護層を適用したPDPでは、Kr分圧を50%にした場合でも、放電開始電圧Vfは280Vを越えていないのに対し、従来のPDPでは、放電開始電圧Vfが400Vを越えている。

(保護層を構成するMgOに電子準位帯を設定する方法)

保護層を構成するMgOに上述の電子準位帯を設定する方法については、実施の形態1と略同様であり、外的不純物保護層の材料に適量添加したり、MgO膜に酸素欠損を形成したりすることにより実現可能であり、以下、実施の形態1と相違する点についてのみ記載する。

[0070] 本実施の形態2の保護層を形成するMgOに、上述した電子準位帯323を設定する方法として、以下に一例を示す。

1) MgO成膜時の酸素導入量や残留ガス成分の調節により、酸化還元の度合いを化学量論比よりわずかに還元側に設定することにより、図6の402に示されるようなカソードルミネッセンスの発光波長が3.3eV程度のエネルギー位置に発光ピークが得られる。

[0071] このようなMgO膜の成膜条件を求めておき、さらに、実施の形態1と同様に、必要な外的不純物を適量添加すると本実施の形態2で目的とするMgO膜を得ることができる。

このとき、不純物を導入したMgO膜のカソードルミネッセンスの発光ピークが、0.5eV程度高エネルギー側に移動するように不純物量を調節し、図6の403の発光ピーク位置、即ち、3.3eVに合わせる。

[0072] 以上に加えて、実施の形態1と同様に、MgO膜に外的不純物を適量添加すること、又は、保護層のMgO膜に酸素欠損を形成することによっても、本実施の形態2で目的とするMgO膜を得ることができる。

なお、本実施の形態2では、保護層の構成材料として、MgOを挙げたが、これに限るわけではなく、真空準位から5eV下がったエネルギー位置に電子が存在している透明で絶縁性のある保護層であれば、MgO以外の材料でもよい。

産業上の利用可能性

[0073] 本願発明は、テレビジョン及びコンピュータ用モニタなどに用いられる高精細なディスプレイデバイスに適用が可能である。

図面の簡単な説明

[0074] [図1]本発明の実施の形態1におけるPDPの一例を示した概略展開図である。

[図2]本実施の形態1におけるPDPの保護層及び放電セルに封入するガス間におけるエネルギーのやり取りに伴う電子の状態遷移経路について説明する図である。

[図3]従来のPDPの保護層及び放電セルに封入するガス間におけるエネルギーのやり取りに伴う電子の状態遷移経路について説明する図である。

[図4]保護層のMgO膜に光照射した際にMgO膜から放出される電子の量を測定した結果である。

[図5]PDPの放電セル放電開始電圧Vfと放電ガス中の或る1成分ガスの分圧との関係を示す図である。

[図6]カソードルミネッセンス評価の結果を示す図である。

[図7]本実施の形態2におけるPDPの保護層及び放電セルに封入するガス間におけるエネルギーのやり取りに伴う電子の状態遷移経路について説明する図である。

請求の範囲

[1] 放電セルにおいて、電極を覆っている誘電体層が保護層で覆われており、当該保護層が放電ガスで満たされた放電空間に臨んでいるプラズマディスプレイパネルであって、
前記放電ガスは、Xe及びKrの少なくとも一方を含み、
前記保護層は、エネルギー帯における禁制帯内に少なくとも真空準位からの深さが4eV以内のエネルギーレベルの電子を含む電子準位帯が形成されていることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

[2] 前記保護層は、光を介して得られる4eV以下のエネルギーによって光電子放出を生じるものであることを特徴とする請求項1に記載のプラズマディスプレイパネル。

[3] 前記保護層が、酸化マグネシウムを主成分としたものからなることを特徴とする請求項2に記載のプラズマディスプレイパネル。

[4] 前記酸化マグネシウムにIII族、IV族、VII族元素のうちの少なくとも1元素が添加されていることを特徴とする請求項2に記載のプラズマディスプレイパネル。

[5] 前記酸化マグネシウムにGeもしくはSnが添加されていることを特徴とする請求項3に記載のプラズマディスプレイパネル。

[6] 前記酸化マグネシウムが酸素欠損を有することを特徴とする請求項3、4及び5のいずれかに記載のプラズマディスプレイパネル。

[7] 放電セルにおいて、電極を覆っている誘電体層が保護層で覆われており、当該保護層が放電ガスで満たされた放電空間に臨んでいるプラズマディスプレイパネルであって、
前記放電ガスは、少なくともKrを含み、
前記保護層は、エネルギー帯における禁制帯内に少なくとも真空準位からの深さが5eV以内のエネルギーレベルの電子を含む電子準位帯が形成されていることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

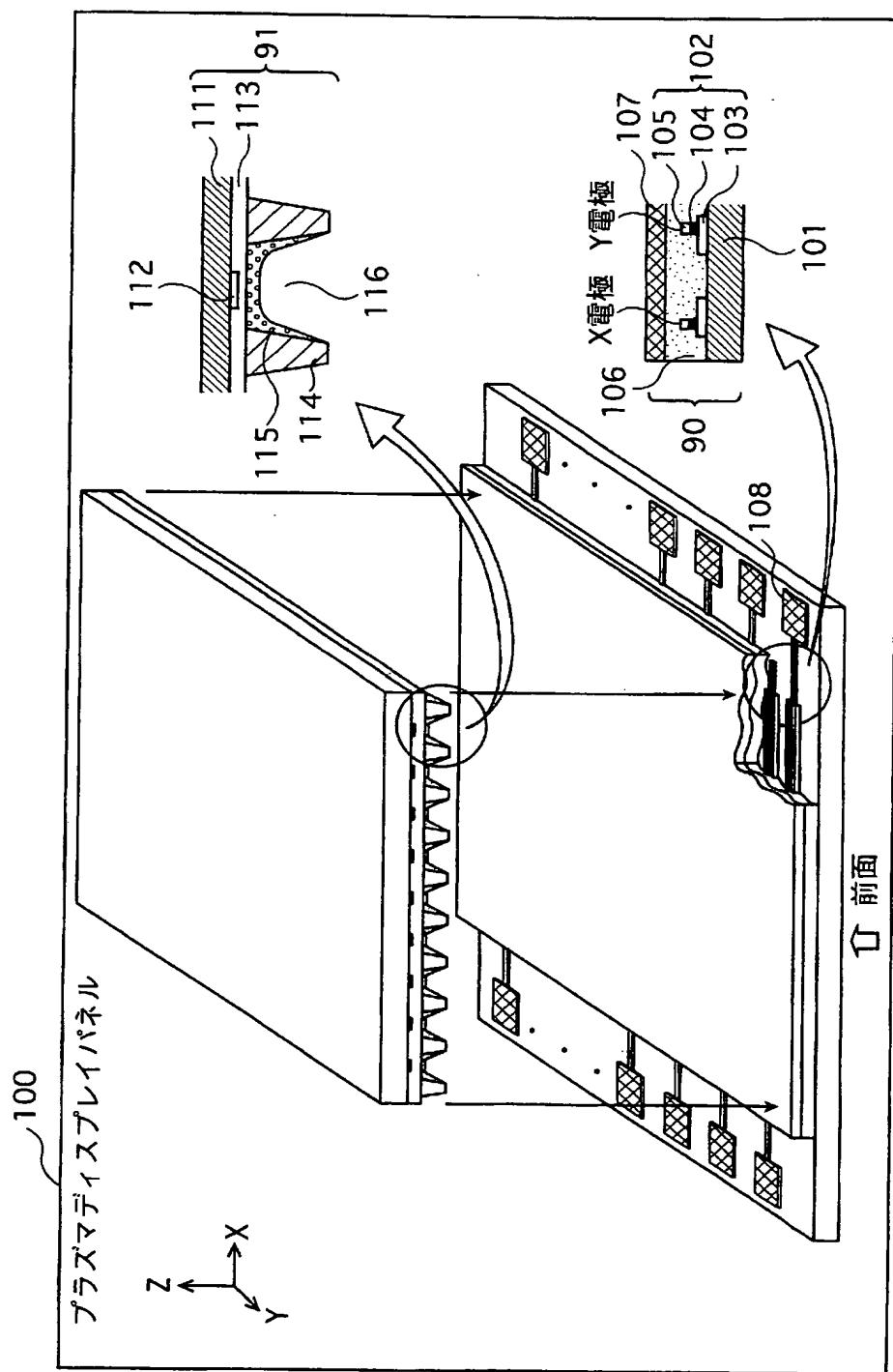
[8] 前記保護層は、光のエネルギーとして5eV以下の光で光電子放出を生じるものであることを特徴とする請求項7に記載のプラズマディスプレイパネル。

[9] 前記保護層が、酸化マグネシウムを主成分としたものからなることを特徴とする請求

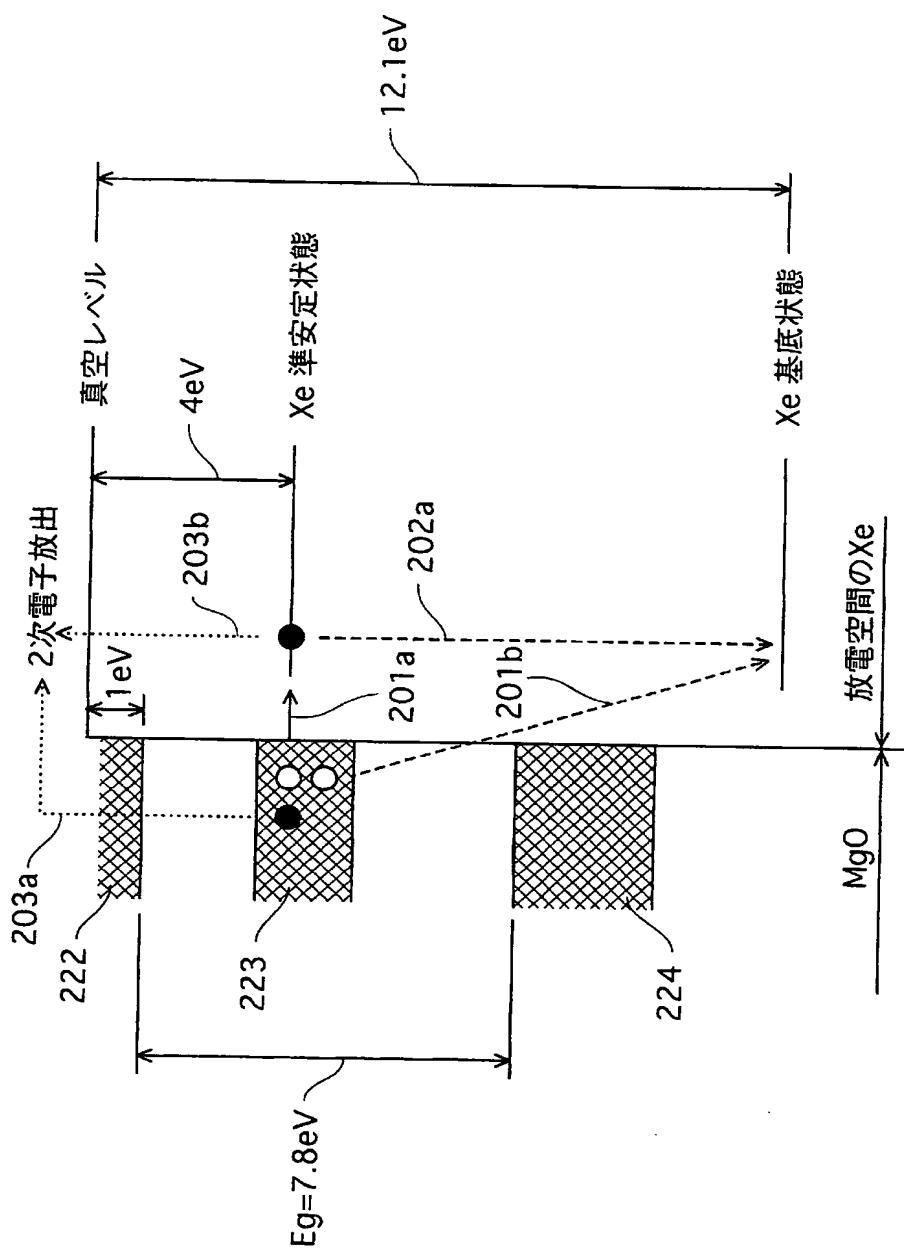
項8に記載のプラズマディスプレイパネル。

- [10] 前記酸化マグネシウムにIII族、IV族、VII族元素のうちの少なくとも1元素が添加されていることを特徴とする請求項9に記載のプラズマディスプレイパネル。
- [11] 前記酸化マグネシウムにGeもしくはSnが添加されていることを特徴とする請求項9に記載のプラズマディスプレイパネル。
- [12] 前記酸化マグネシウムが酸素欠損を有することを特徴とする請求項10又は11に記載のプラズマディスプレイパネル。

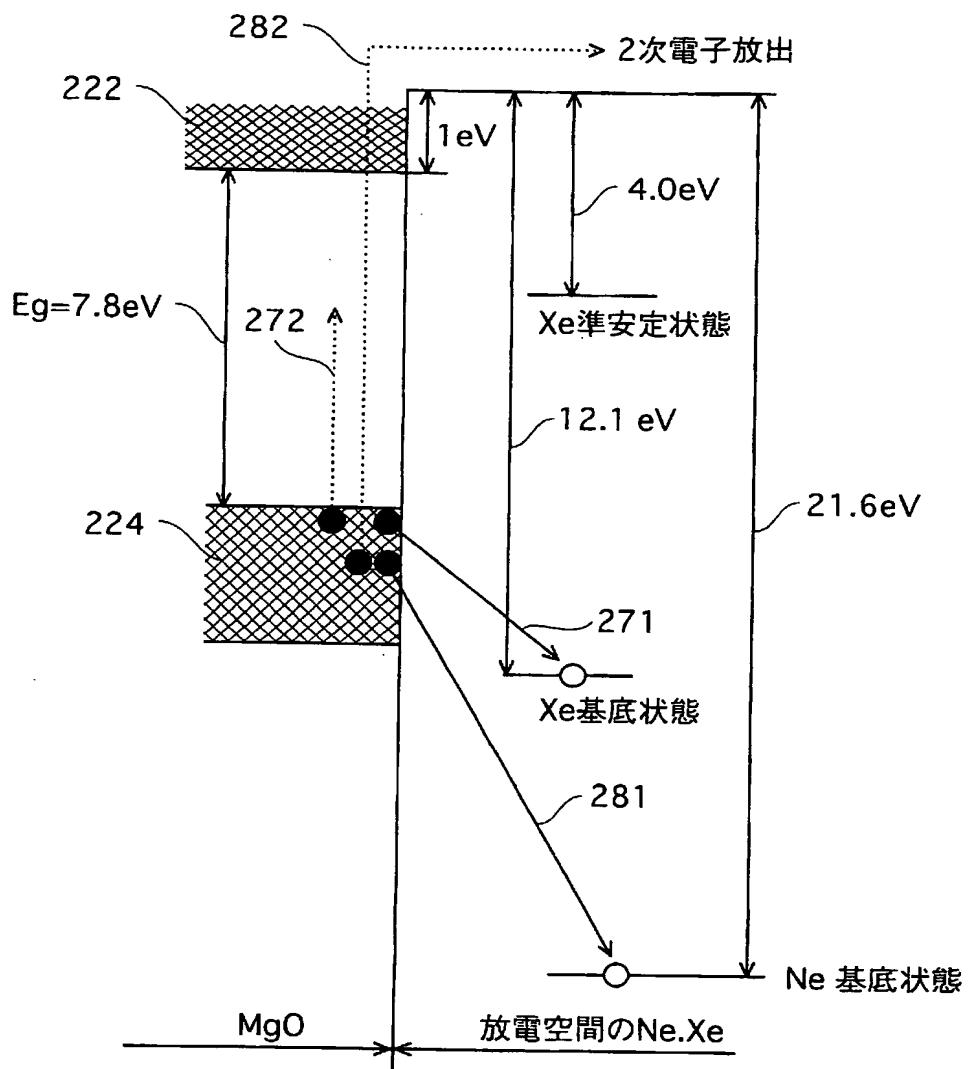
[図1]



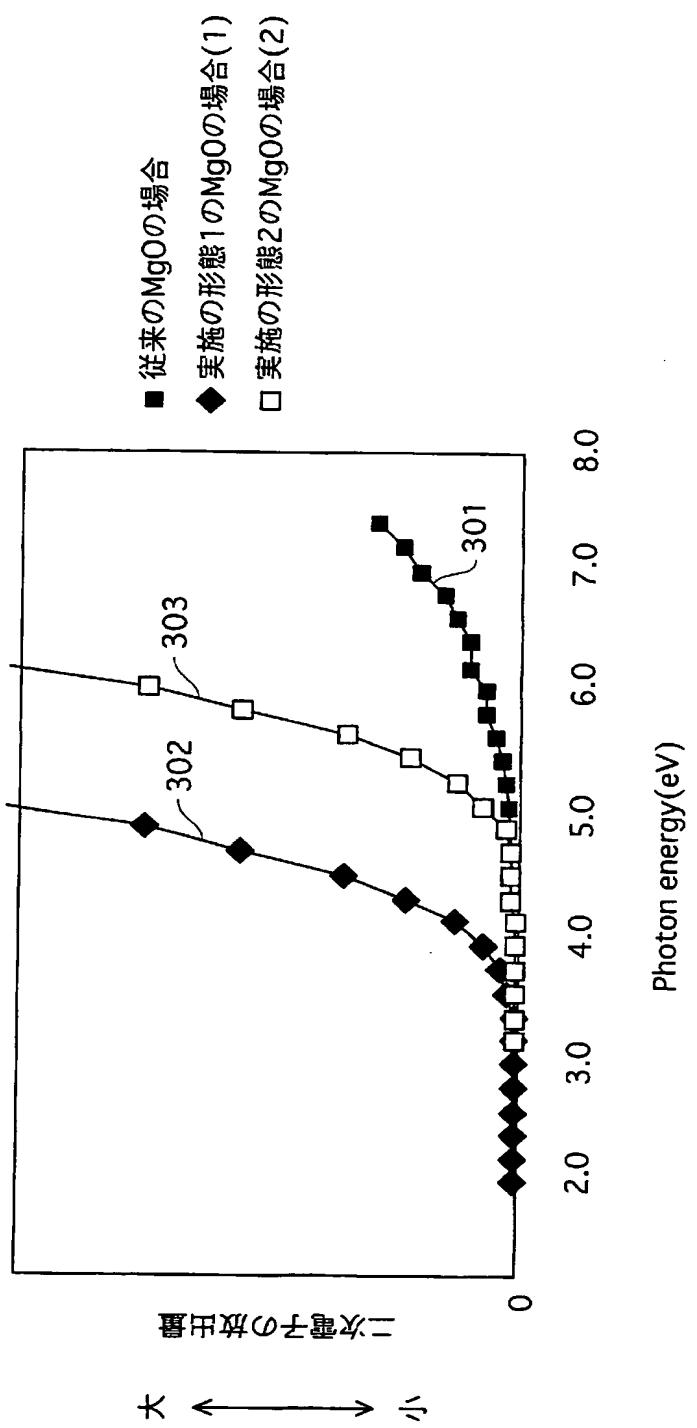
[図2]



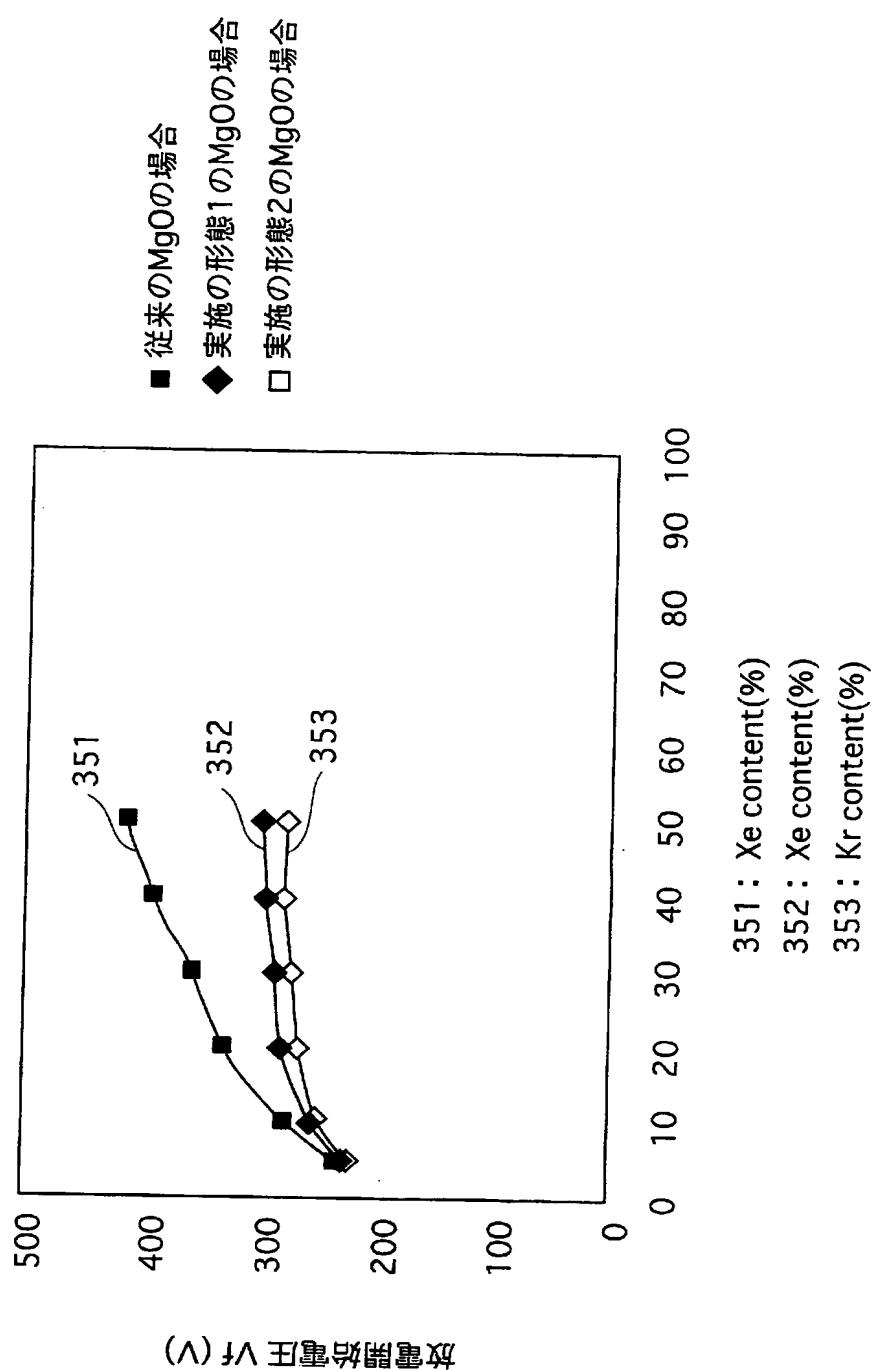
[図3]



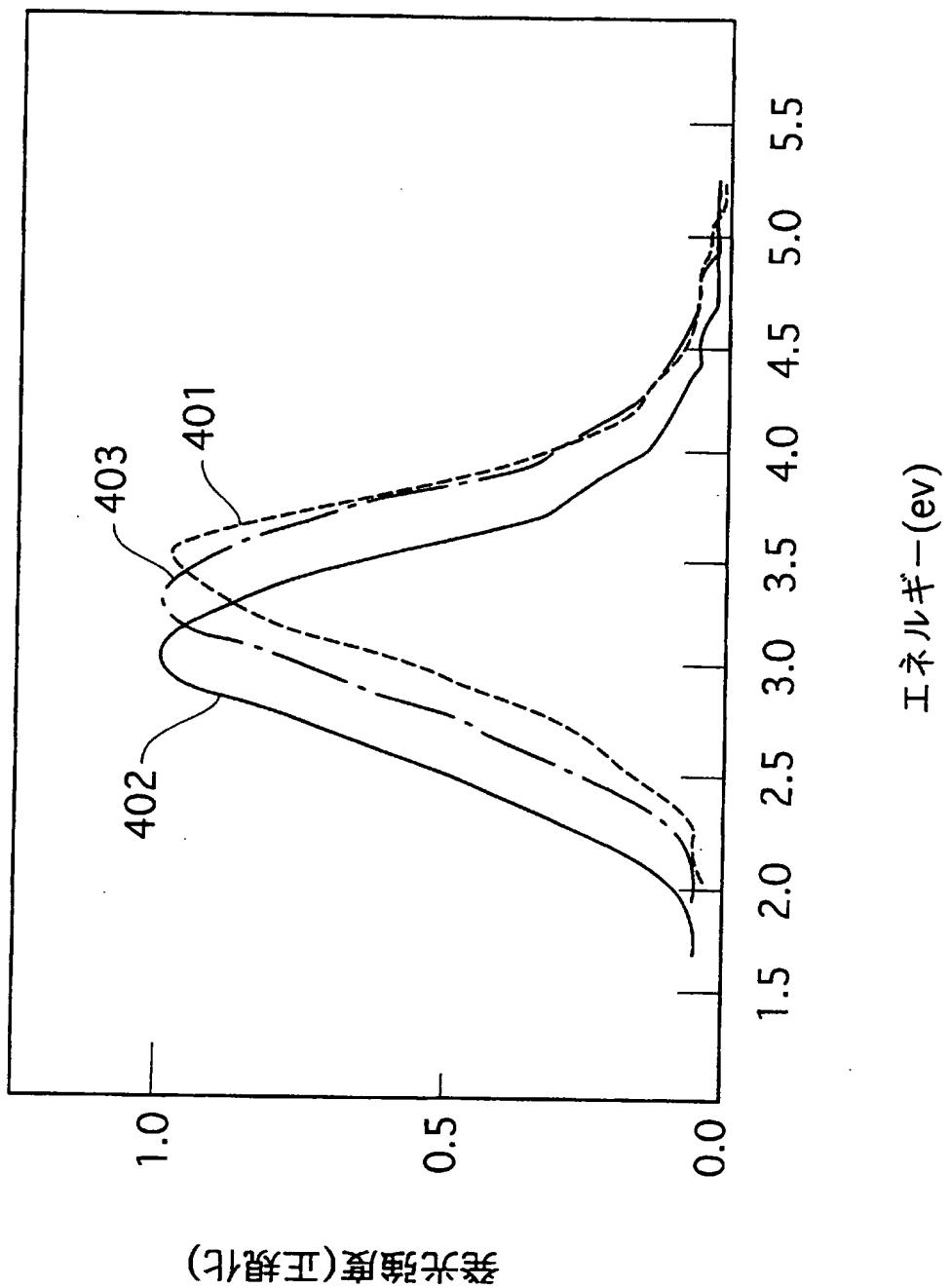
[図4]



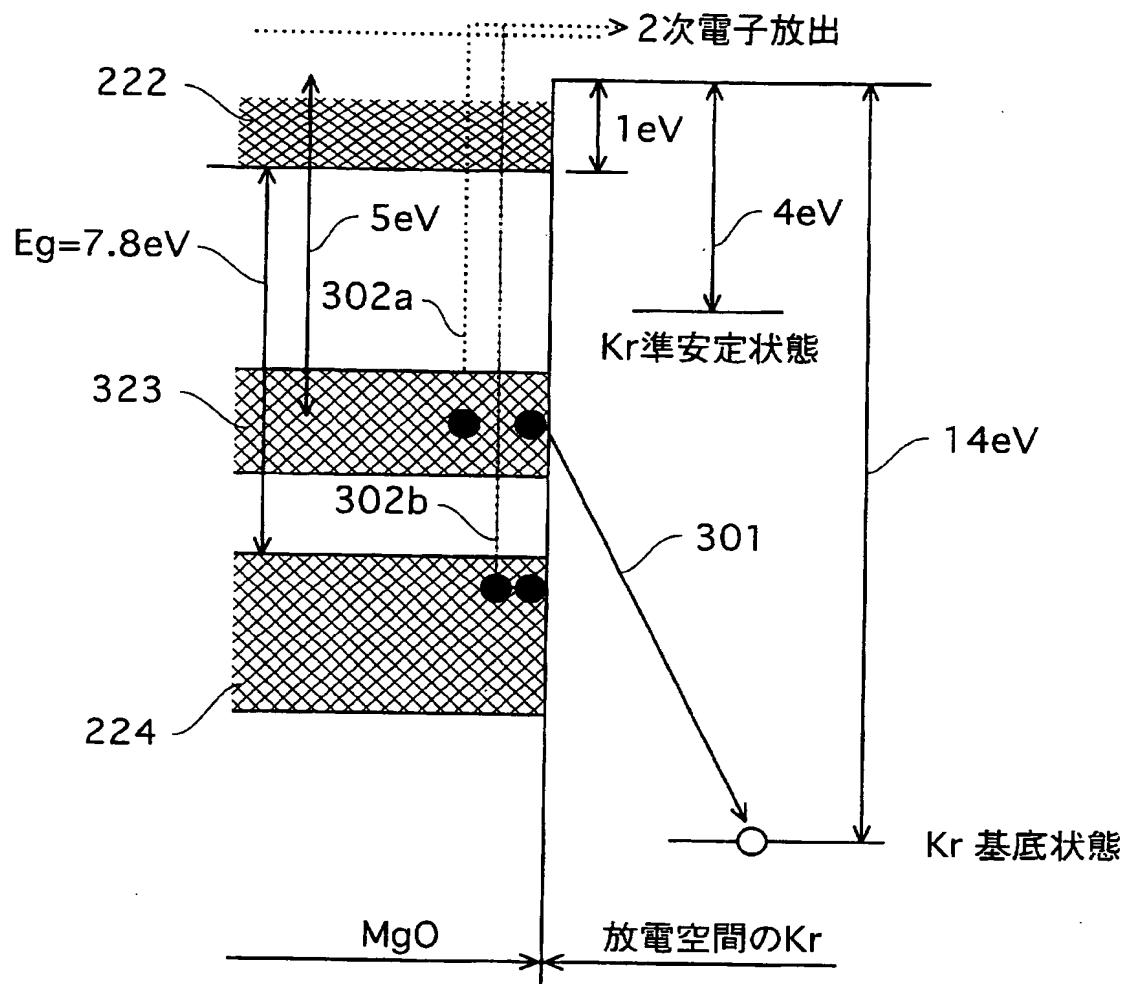
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2004/016113

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H01J11/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ H01J11/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2001-332175 A (NEC Corp.), 30 November, 2001 (30.11.01), Claims 1 to 3; all drawings & TW 493204 A & KR 2001107632 A	1-3, 6 4, 5, 7-12
Y	JP 2003-272533 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 26 September, 2003 (26.09.03), Claim 1; Mode 1; Par. No. [0062]; Figs. 4, 6 (Family: none)	4, 5, 10, 11
Y	JP 2003-132799 A (Sony Corp.), 09 May, 2003 (09.05.03), Par. No. [0034]; all drawings (Family: none)	7-12

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
18 January, 2005 (18.01.05)

Date of mailing of the international search report
01 February, 2005 (01.02.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No. PCT/JP2004/016113
--

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, A	JP 2004-31264 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 29 January, 2004 (29.01.04), Claim 1; Par. No. [0007]; all drawings (Family: none)	1-12
A	JP 2003-100217 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 04 April, 2003 (04.04.03), Claim 10; all drawings (Family: none)	1-12
A	JP 8-236028 A (Fujitsu Ltd.), 13 September, 1996 (13.09.96), Par. No. [0018]; Fig. 7 (Family: none)	1-12
A	JP 7-201280 A (Fujitsu Ltd.), 04 August, 1995 (04.08.95), [Action], all drawings (Family: none)	1-12
A	JP 11-339665 A (Mitsubishi Electric Corp.), 10 December, 1999 (10.12.99), Claims; Par. Nos. [0010], [0009], [0036], [0037] all drawings (Family: none)	1-12
A	JP 2000-173476 A (Fujitsu Ltd.), 23 June, 2000 (23.06.00), Par. No. [0005]; all drawings (Family: none)	1-12
A	JP 2000-215797 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 04 August, 2000 (04.08.00), Par. No. [0012]; all drawings (Family: none)	1-12
A	JP 2001-76629 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 23 March, 2001 (23.03.01), Full text; all drawings (Family: none)	1-12

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl⁷ H01J11/02

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl⁷ H01J11/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2001-332175 A (日本電気株式会社)	1-3, 6
Y	2001. 11. 30, 【請求項1-3】，全図 & TW 493204 A & KR 2001107632 A	4, 5, 7-12
Y	JP 2003-272533 A (松下電器産業株式会社) 2003. 09. 26, 【請求項1】，(実施の形態1)，【0062】， 図4, 6 (ファミリーなし)	4, 5, 10, 11

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 18. 01. 2005	国際調査報告の発送日 01. 2. 2005
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 小川 亮 2G 3006

電話番号 03-3581-1101 内線 3226

C (続き) . 関連すると認められる文献		関連する 請求の範囲の番号
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	
Y	JP 2003-132799 A (ソニー株式会社) 2003. 05. 09, 【0034】 , 全図 (ファミリーなし)	7-12
P, A	JP 2004-31264 A (松下電器産業株式会社) 2004. 01. 29, 【請求項1】 , 【0007】 , 全図 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 2003-100217 A (松下電器産業株式会社) 2003. 04. 04, 【請求項10】 , 全図 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 8-236028 A (富士通株式会社) 1996. 09. 13, 【0018】 , 図7 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 7-201280 A (富士通株式会社) 1995. 08. 04, 【作用】 , 全図 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 11-339665 A (三菱電機株式会社) 1999. 12. 10, 【特許請求の範囲】 , 【0010】 , 【0009】 , 【0036】 , 【0037】 , 全図 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 2000-173476 A (富士通株式会社) 2000. 06. 23, 【0005】 , 全図 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 2000-215797 A (松下電器産業株式会社) 2000. 08. 04, 【0012】 , 全図 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 2001-76629 A (松下電器産業株式会社) 2001. 03. 23, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-12